COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la Séance publique annuelle des cinq Académies, qui doit avoir lieu le lundi 25 octobre, la séance ordinaire du lundi sera remise au lendemain mardi 26 octobre.

PHYSIQUE. — *Sur l'observation et l'interprétation cinématique des phénomènes découverts par M. le Dr* Zeeman. Note de M. **A. Cornu.**

« Les phénomènes découverts par M. le Dr Zeeman, relatifs à l'action d'un champ magnétique sur les radiations émises par diverses sources lumineuses, ont donné lieu à quelques confusions qui me paraissent résulter de

l'imperfection optique des modes d'observation. Les dispositifs suivants donnent une grande netteté à ces phénomènes et ne laissent aucun doute sur les conclusions définitives énoncées par l'auteur de la découverte ([1]).

» La source lumineuse est la flamme d'un chalumeau oxhydrique léchant un fragment d'amiante imbibé de chlorure de sodium fondu, ou bien l'étincelle d'induction jaillissant entre deux électrodes métalliques; elle est placée entre les deux pôles d'un électro-aimant produisant un champ magnétique intense.

» Une fente verticale placée près de la source lumineuse, ou dans le plan d'une image focale de cette source, dirige le faisceau sur un réseau concave Rowland de dix pieds de foyer, qui résout en raies brillantes le spectre de la source. Ce sont les raies spontanément renversables qui paraissent surtout déceler le phénomène.

PREMIER DISPOSITIF.

» L'observation de l'une de ces raies se fait dans le plan focal d'un oculaire où l'on fixe une aiguille d'acier normalement aux raies spectrales. En arrière de l'oculaire est placé un prisme biréfringent de Wollaston ([2]) qui dédouble l'image de l'aiguille : le diamètre de cette aiguille, d'ailleurs légèrement conique, est choisi de manière que les deux images aient un bord commun. On obtient ainsi deux plages contiguës polarisées, l'une parallèlement, l'autre perpendiculairement aux raies spectrales.

» 1° *Le faisceau est observé normalement aux lignes de force magnétiques.*

» Les deux pôles de l'électro-aimant (bobines de Faraday, modèle ordinaire de Ruhmkorff), terminés par deux cônes arrondis, peuvent être rapprochés à 8^{mm} ou 10^{mm}, et l'on observe dans un plan perpendiculaire à la droite horizontale qui les joint.

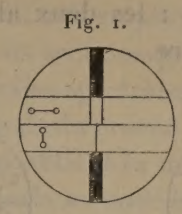
» On règle le prisme biréfringent de manière que les raies spectrales n'éprouvent aucune discontinuité sur la ligne de séparation des deux plages lorsque le champ magnétique est nul.

([1]) Dr P. Zeeman, *Doublets and triplets in the spectrum produced by External Magnetic Forces* (*Philos. Magazine*, for july 1897, p. 55, for september 1897, p. 255.

([2]) Un rhomboïde de spath pourrait à la rigueur remplacer le prisme de Wollaston; mais il y aurait quelques précautions à prendre pour éviter l'effet de *parallaxe* provenant de l'inégalité de distance des plans de vision des deux mages.

» Dès qu'on excite l'électro-aimant on voit la raie s'élargir : mais dans les deux plages polarisées l'aspect de la raie est modifié.

Fig. 1.



» Dans la plage polarisée parallèlement aux lignes de force (ligne des pôles) la raie est dédoublée, c'est-à-dire présente une ligne sombre en son milieu; dans l'autre elle est, au contraire, amincie et se trouve exactement sur le prolongement de la ligne sombre précitée ([1]).

» L'inversion du pôle magnétique ne change en rien l'aspect du phénomène.

» On en conclut que chaque raie simple primitive, non polarisée, est transformée en un triplet dont les composantes extérieures sont complètement polarisées parallèlement aux lignes de force et dont la composante intérieure est complètement polarisée dans un plan perpendiculaire. Le champ magnétique produit donc deux altérations de la période primitive, respectivement égales et de signe contraire, pour constituer les deux vibrations normales aux lignes de force sans modifier celle de la vibration parallèle à ces lignes.

» 2° *Le faisceau est observé parallèlement aux lignes de force.*

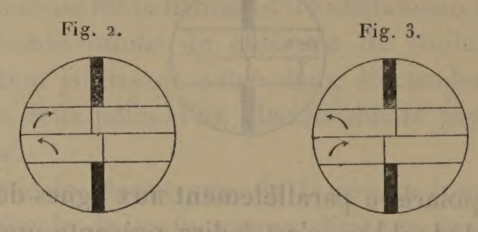
» L'une des armatures polaires est percée, suivant la ligne des pôles, pour livrer passage à la lumière suivant la direction des lignes de force.

» Pour faire l'observation on introduit, entre l'oculaire et le prisme biréfringent, une lame de mica quart-d'onde dont les sections principales sont à 45° de celles du prisme. Dès que le champ magnétique est excité, on voit sur les deux plages la raie s'amincir et se briser sur la ligne de séparation (*fig.* 2).

» Si l'on tourne la lame quart-d'onde d'un angle droit, la brisure se fait en sens inverse (*fig.* 3).

([1]) Lorsqu'on opère avec la lumière de la soude chaque raie D_1, D_2 peut être plus ou moins *renversée*, c'est-à-dire plus ou moins dédoublée : il en résulte une complication apparente, mais qui ne change pas le caractère essentiel du phénomène.

» L'inversion des pôles intervertit le sens de la brisure. On reconnaît en outre que le milieu des deux raies ainsi produites occupe sensiblement la position de la raie primitive : les deux altérations de la période sont donc égales et de signe contraire.


Fig. 2. Fig. 3.

» On rend le phénomène encore plus visible en fixant côte à côte, sur une même glace, deux lames quart-d'onde à sections homologues rectangulaires; un petit mouvement alternatif de translation imprimé à ces lames donne alternativement les deux apparences précitées. Un rythme convenable accroît encore la sensibilité de la méthode; car, lorsque l'œil fixe la raie de l'une des plages, le déplacement relatif de la raie correspondante de l'autre plage se trouve *physiologiquement* doublé.

» Ces apparences prouvent que l'action du champ magnétique dédouble chaque radiation en deux faisceaux polarisés circulairement de sens inverse, le renversement des pôles renversant le sens de la rotation des vibrations circulaires.

» En déterminant le sens de la rotation de chacun de ces faisceaux ([1]) on parvient à résumer l'ensemble des résultats dans l'énoncé très simple que nous donnons plus loin.

SECOND DISPOSITIF.

» Au lieu d'un long prisme biréfringent de Wollaston (nécessaire pour obtenir deux plages suffisamment larges) on peut utiliser un simple prisme de Nicol : le double champ s'obtient alors avec des lames de mica convenablement choisies et orientées.

([1]) Cette détermination correcte n'est pas aussi facile qu'on pourrait le supposer : on risque de commettre des erreurs dont M. le Dr Zeeman lui-même a connu le danger (*loc. cit.*, p. 58). Dans une publication technique (l'*Éclairage électrique*) je me propose d'indiquer diverses méthodes optiques qui permettent d'effectuer pratiquement et de vérifier ce genre de détermination.

» 1° *Faisceau observé normalement aux lignes de force.*

» Dans le plan de l'oculaire on place deux lames *demi-onde* réglées sur la réfrangibilité de la raie brillante employée ([1]).

» La lame supérieure a ses sections principales parallèles ou perpendiculaires à la direction des raies spectrales, la lame inférieure à $\pm 45°$ de ces raies. Si la section principale du prisme de Nicol est parallèle ou perpendiculaire à cette direction on obtient la même apparence (*fig.* 1) qu'avec le premier dispositif parce que la seconde lame demi-onde fait tourner d'un angle droit les plans de polarisation des faisceaux qu'elle transmet.

» 2° *Faisceau observé parallèlement aux lignes de force.*

» Dans le plan focal de l'oculaire on place deux lames *quart-d'onde :* la lame supérieure a ses sections principales à $+45°$, l'inférieure à $-45°$ de la direction des raies; le prisme de Nicol étant réglé comme précédemment, on obtient la même apparence (*fig.* 2) qu'avec le premier dispositif.

» Si l'on veut produire le balancement rythmé on dispose un second système en ordre inverse qu'on fixe à côté du premier dans l'ordre figuré comme il suit :

$+45°$	$-45°$
$-45°$	$+45°$

» La translation alternative de ce système à droite et à gauche produit l'inversion et la duplication apparente si favorable à l'observation du phénomène.

INTERPRÉTATION CINÉMATIQUE DES PHÉNOMÈNES.

» L'ensemble des phénomènes peut se résumer en un énoncé conforme aux règles de Fresnel et d'Ampère.

» Voici d'abord les règles auxquelles il est fait allusion :

» 1° Un faisceau de lumière ordinaire est la superposition de deux faisceaux indépendants égaux en intensité et polarisés à angle droit (Fresnel);

» 2° Un faisceau polarisé rectilignement est la superposition de deux faisceaux égaux en intensité et polarisés circulairement en sens inverses (Fresnel);

([1]) Le réglage correct de la biréfringence des lames de mica exige aussi des soins particuliers qui seront l'objet de quelques développements dans l'Appendice annoncé.

» 3° Une ligne de force magnétique équivaut à l'axe d'un solénoïde dont le pôle austral est à la gauche du courant (AMPÈRE).

» *L'action du champ magnétique sur l'émission d'une radiation tend à décomposer les composantes rectilignes vibratoires susceptibles de se propager par ondes suivant des vibrations circulaires parallèles aux courants du solénoïde.*

» *Les vibrations qui tournent dans le sens du courant du solénoïde sont accélérées, celles qui tournent en sens inverse sont retardées.*

» On reconnaît immédiatement le doublet observé dans le sens des lignes de force.

» Dans le sens perpendiculaire à ces lignes, cet énoncé montre que la composante parallèle aux lignes de force (onde polarisée perpendiculairement à cette direction) est inaltérée : c'est la raie médiane du triplet; les deux raies extérieures polarisées à angle droit de celle-ci sont plus difficiles à reconnaître. Cependant on aperçoit géométriquement leur existence : en effet, c'est ce qui subsiste des deux vibrations circulaires, l'une accélérée, l'autre retardée, en lesquelles le champ magnétique dédoublait la composante normale aux lignes de force : il y a extinction ou compensation mutuelle des deux composantes longitudinales qui ne peuvent pas se propager (les deux ondes polarisées rectilignement sont produites par les vibrations circulaires de sens inverses, vues de *tranche*).

» Cette interprétation purement cinématique, quoique un peu superficielle, montre que le phénomène découvert par M. le Dr Zeeman peut être expliqué par des considérations tout à fait indépendantes des idées électrochimiques de M. le professeur Lorentz, qui en sont l'origine, et se rapproche beaucoup des théories tourbillonnaires récemment remises en honneur.

» Elle montre en outre la différence essentielle qui existe entre ce phénomène et celui du pouvoir rotatoire magnétique découvert par Faraday.

» L'action du champ magnétique sur les sources où les ondes sont pour ainsi dire à l'*état naissant* s'exerce sur la *période vibratoire*, tandis que, dans l'expérience de Faraday, elle s'exerce sur la *vitesse de propagation* d'ondes lumineuses ayant déjà acquis leur régime permanent.

» Je me suis assuré, avec les mêmes dispositifs, que la rotation magnétique du plan de polarisation n'est accompagnée d'aucune variation sensible de la période vibratoire de la lumière monochromatique employée, tandis que j'ai démontré autrefois ([1]) que la vitesse de propagation des

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1365. Les phénomènes découverts par M. le Dr

deux ondes circulaires est modifiée : l'une est accélérée, l'autre est retardée de quantités sensiblement égales dans le sens correspondant à la règle d'Ampère. »

M. Albert Gaudry rend compte en ces termes du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg :

« M. Marcel Bertrand et moi, nous pensons que l'Académie recevra avec intérêt des nouvelles du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg, auquel nous venons de prendre part. Ce Congrès a eu un éclat extraordinaire. La Géologie est très considérée en Russie : les mines de l'Oural, les houilles de Donetz, les pétroles du Caucase, les applications de la Géologie à l'Agriculture, sont de la plus haute importance pour la richesse nationale; au point de vue scientifique, l'œuvre des géologues russes est un honneur pour le pays; aussi la Russie entière s'est-elle unie pour faire fête aux géologues étrangers.

» La séance d'ouverture a été présidée par le grand-duc Constantin. Les séances ont eu lieu dans le Musée zoologique de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, du 29 août au 5 septembre, sous la présidence de M. Karpinsky, directeur du Comité géologique de Russie. Elles ont été marquées par un effort intéressant pour préparer un accord nouveau sur les questions de nomenclature.

» Des excursions nombreuses ont précédé et suivi le Congrès; le programme en était si vaste qu'il eût été difficilement réalisable dans un autre pays. Mais en Russie l'administration centrale, celle des chemins de fer, les gouvernements des provinces, les municipalités, les universités, les industriels ont partout donné leur appui pour faciliter notre voyage; tous, partout, de l'Esthonie à l'Oural, de la Finlande au Caucase et à la Crimée, nous ont offert une splendide hospitalité. Ils nous ont permis, dans des conditions inoubliables, de voir par nous-mêmes et de contrôler les travaux de nos confrères. Un livret-guide, préparé spécialement pour le Congrès et donnant avec détail la description géologique des régions parcourues, avait déjà été pour plusieurs d'entre nous une véritable révélation; il a rendu nos observations plus faciles et plus fructueuses, et l'impression

---

Zeeman permettent d'étendre aux variations des périodes la loi conjecturale énoncée (*loc. cit.*, p. 1370) pour les variations des vitesses des deux ondes circulaires provenant du dédoublement d'une onde à vibration rectiligne.

d'ensemble que nous avons rapportée est une vive admiration pour l'œuvre des géologues russes.

» Sous la conduite de M. Schmidt nous avons visité les terrains siluriens d'Esthonie, qui sont devenus, grâce à lui, un type classique, presque au même titre que ceux de la Bohême; M. Sederholm a montré la Finlande, avec ses formations cristallines si variées et ses curieux dépôts glaciaires; M. Nikitin et M. Pavlow, les environs de Moscou et les bords de la Volga, avec leurs belles coupes si bien étudiées du Jurassique et du Carbonifère; M. Sokolow, le bassin tertiaire du Dnieper, et M. Tschernyschew, le bassin houiller du Donetz. Enfin les deux grands organisateurs du Congrès, ceux qui par leur autorité, leur dévouement et leur infatigable activité, l'ont rendu possible et l'ont mené à bonne fin, MM. Karpinsky et Tschernyschew, nous ont servi de guides dans l'Oural central; nous avons vu ses riches faunes paléozoïques, ses beaux gisements de minéraux et de minerais, ses terrains métamorphiques encore discutés, et sa structure si remarquablement semblable à celle des Apallaches en Amérique. Avec ses forêts interminables, ses marécages, ses grands espaces inhabités, cette région semble offrir des difficultés insurmontables à une étude géologique détaillée. C'est une merveilleuse chose que ces difficultés aient été surmontées; l'Oural est maintenant, avec le Donetz, le pays d'Europe où, grâce surtout aux travaux de M. Tschernyschew, la succession des dernières faunes paléozoïques est le mieux connue, et c'est là qu'il nous faudra aller chercher les modèles d'une revision devenue nécessaire pour une partie de nos faunes occidentales.

» Après le Congrès, les excursions du Dnieper, du Donetz et de la Volga, ont convergé vers le Caucase; on l'a traversé sous la direction de M. Lœwinson Lessing; on a visité les mines de pétrole de Bakou, puis quelques-uns ont poussé jusqu'à l'Ararat, pendant que les autres revenaient par la Crimée. Nos confrères russes, dans cette dernière partie du voyage, n'avaient pas hésité à nous montrer, après les régions dont l'étude est à peu près terminée, celles dont l'étude est seulement amorcée et où il reste beaucoup à faire; ce qui a déjà été obtenu est un sûr garant des futurs progrès. Je citerai seulement les travaux de M. Simonowitch, de MM. de Vogdt et Lagorio, qui ont permis de voir en peu de temps bien des faits intéressants, et surtout ceux de M. Androussow, qui, après nous avoir montré la péninsule de Kertsch, avec ses volcans de boue et ses riches terrains tertiaires, nous a brillamment expliqué, avec sondages à l'appui, l'histoire récente de la mer Noire.

» Quelles que soient les parties que nous ayons suivies dans le programme si étendu et si varié de ces excursions, nous revenons tous en emportant la conviction que, au point de vue scientifique comme au point de vue matériel, la Russie prend un immense essor.

» Les géologues français ont fait au Congrès de Saint-Pétersbourg la proposition que la prochaine session du Congrès géologique international se tienne à Paris, en 1900, lors de l'Exposition universelle. Notre proposition a été chaleureusement accueillie et acceptée à l'unanimité. C'est là pour nous une faveur, dont nous devons être reconnaissants. Mais, après ce que nous venons de voir, nous ne pouvons nous dissimuler que nous aurons beaucoup de peine à égaler ce qui a été fait au Congrès de Saint-Pétersbourg; il faudra que nous soyons aidés par ceux qui s'intéressent à l'honneur de la Science française. »

M. **A. Laveran** fait hommage à l'Académie d'un « Traité du paludisme » qu'il vient de publier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Archambault** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « De la relation entre les formes du littoral maritime et le régime des courants océaniques ».

(Commissaires : MM. A. Gaudry, Bouquet de la Grye, Hatt.)

M. **Marcellin Langlois** adresse, par l'entremise de M. Cornu, une nouvelle démonstration de la loi fondamentale qui figure dans son Mémoire sur la tension superficielle.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux et les congruences.* Note de M. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Une congruence sera dite *parallèle* à un réseau ([1]) si la droite de la congruence est normale au plan du réseau; on suppose que les développables de la congruence correspondent aux courbes du réseau. Cela posé, on a les théorèmes suivants :

» I. *Si un réseau et une congruence sont parallèles, toute congruence conjuguée au réseau est parallèle à un réseau conjugué à la congruence, et inversement.*

» II. *Si un réseau et une congruence sont parallèles, toute congruence harmonique au réseau est parallèle à un réseau harmonique à la congruence, et inversement.*

» III. *Toute congruence parallèle à un réseau* p.O *est* pO, *et inversement.*

» IV. *Toute congruence parallèle à un réseau* p.C *est* pC, *et inversement.*

» Ces théorèmes montrent qu'à toute propriété des réseaux on peut faire correspondre une propriété des congruences, et inversement. Il suffit donc de signaler les propriétés des réseaux :

Réseaux O.

» *Congruences harmoniques.* — Congruences C.

» *Congruences conjuguées.* — Une congruence O; toutes les autres, 2O.

Réseaux 2O.

» *Congruences harmoniques.* — Une série parallèle de congruences C, les autres sont 2C.

» *Congruences conjuguées.* — 1° Deux congruences O; le plan de ces deux congruences est normal au réseau.

» 2° Un système ∞^1 de congruences 2O; elles sont situées dans le plan des deux congruences O.

» 3° Toutes les autres sont des congruences 3O.

([1]) Voir la Communication insérée dans le *Compte rendu* précédent, p. 519.

Réseaux 3O.

» *Congruences harmoniques.* — 1° Deux séries parallèles de congruences C.

» 2° ∞^1 séries de congruences 2C.

» 3° Toutes les autres sont 3C.

» *Congruences conjuguées.* — 1° ∞^1 systèmes de congruences 2O; ces droites forment un cône du deuxième degré; les sections circulaires de ce cône ont pour axes les deux congruences C. Tous les cercles de ce cône sont normaux à une série de surfaces.

» 2° ∞^2 systèmes de congruences 3O.

» 3° Toutes les autres sont 4O.

Réseaux C.

» *Congruences harmoniques.* — 1° ∞^1 congruences O qui correspondent à l'intersection du réseau applicable avec un plan isotrope.

» 2° ∞^2 séries de congruences 2O qui correspondent à l'intersection du réseau applicable avec un plan fixe.

» 3° Les autres sont 3O.

» Les résultats qui précèdent sont le résumé de la première Partie d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'École Normale*. Ils subissent des modifications dans les cas particuliers : par exemple, si un réseau est à la fois p.O et qO. L'étude de ces modifications et la détermination de ces éléments fera l'objet de la deuxième Partie du Mémoire annoncé. On voit que les problèmes à résoudre se ramènent aux types suivants :

» 1° *Trouver les réseaux qui sont* p.C *et* q.O. J'appelle ce problème le *problème de Bonnet,* parce que M. Bonnet a trouvé les réseaux O et C.

» 2° *Trouver les réseaux qui sont* p.O *et* q.O.

» 3° *Trouver les réseaux qui sont* p.C *et* q.C.

» Ces deux derniers problèmes se ramènent l'un à l'autre; je donne à cette question le nom de *problème de Ribaucour,* parce que Ribaucour a signalé des propriétés des congruences qui sont C et C (cycliques de deux manières). »

MÉCANIQUE. — *Recherches sur les moteurs à alcool.* Note de M. **Max Ringelmann**, présentée par M. Sarrau.

« La crise que traverse depuis quelques années la distillerie portant le plus grand préjudice à l'agriculture de certaines régions, plusieurs sociétés et syndicats agricoles ont cherché à développer les emplois industriels de l'alcool, tout en demandant une nouvelle réglementation concernant les taxes et la dénaturation de ce produit.

» On s'est préoccupé non seulement du chauffage et de l'éclairage par l'alcool, mais encore de son emploi à la production de la force motrice, sans cependant préciser les différentes conditions d'utilisation de ce combustible en nous montrant des moteurs spéciaux.

» La présente Note résume les recherches que j'ai pu effectuer à la Station d'essais de machines sur les moteurs à alcool [1].

» Les essais comparatifs ont porté sur de l'alcool dénaturé et sur de l'essence minérale. Voici les résultats des analyses des combustibles employés, que M. Achille Müntz a bien voulu nous faire :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.
Carbone	84,3	41,5
Hydrogène	15,7	13,0
Oxygène	0	45,5
Densité à 15°	708	834
Point d'ébullition [2]	88°	78°,5

» Les calculs relatifs à ces combustibles sont indiqués dans le Tableau suivant :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.
Calories dégagées par kilog	11359,65	6521,75
Rapports des puissances calorifiques	100	57,41
	174,1	100
Air nécessaire pour la combustion de 1^{kg} (mèt. cubes)	11,782	5,698
Consommations relatives de combustible par cylindrée (en poids)	100	206,77
Puissances calorifiques correspondantes	100	118,7

[1] Un crédit spécial avait été mis à ma disposition par la Société d'Agriculture de l'arrondissement de Meaux.

[2] Pression barométrique : 767,5.

» Les résultats de l'évaporation par heure et par décimètre carré de surface de combustible exposée à l'air dans diverses conditions sont résumés dans le Tableau ci-dessous :

	Température de l'air.					
	18° dans le hall d'essais.		21°,5 au dehors, à l'ombre.		25° au dehors, au soleil.	
Essence minérale.						
Température du liquide.....	15°,2	»	11°,7	»	24°,2	»
Poids évaporé (grammes)...	»	9,37	»	35,06	»	47,21
Alcool dénaturé.						
Température du liquide.....	15°,6	»	11°,3	»	19°,5	»
Poids évaporé (grammes)...	»	3,47	»	16,66	»	27,08

» Les essais pratiques ont été effectués sur des moteurs à essence minérale. Le premier type que j'ai adopté est un moteur horizontal de 2 à 3 chevaux, du cycle à quatre temps, à allumage électrique et à soupapes automatiques, construit par M. Brouhot.

» Les résultats de ces premiers essais ont été vérifiés sur un moteur Benz, vertical, de 3 à 4 chevaux, à allumage par incandescence.

» Le premier moteur ne peut partir seul avec l'alcool, ce combustible émettant trop peu de vapeurs à la température de 15° à 20°. J'ai tourné la difficulté en faisant fonctionner pendant cinq minutes environ le moteur avec l'essence minérale et, lorsque la température moyenne des gaz de la décharge atteignait 70° environ, on commençait l'alimentation à l'alcool, en ayant soin de modifier de suite la composition du mélange tonnant (pour le même volume engendré par le piston, il faut 2,06 fois plus d'alcool que d'essence, afin d'obtenir un mélange tonnant à combustion complète).

» Pour faire fonctionner le second moteur avec l'alcool, j'ai établi un carburateur posé sur un fourneau à gaz qui permettait de maintenir le combustible à une température de 42° à 47°, reconnue, par tâtonnements, la plus favorable au fonctionnement de la machine (ce carburateur présente de grands dangers d'incendie).

» Les résultats généraux des essais sont consignés dans le Tableau ci-

après (les chiffres se rapportent à des essais de longue durée, alors que les moteurs étaient en régime de température) :

	Consommation par heure.		Rapport des consommations.	
	Essence minérale.	Alcool dénaturé.	Essence minérale.	Alcool dénaturé.
Moteur horizontal.				
A vide	kg 1,040	kg 2,267	1	2,05
Par cheval à demi-charge	0,950	1,767	1	1,86
Par cheval en charge	0,892	1,396	1	1,56
Moteur vertical.				
A vide	0,328	0,771	1	2,35
Par cheval à demi-charge	0,619	1,097	1	1,66
Par cheval en charge	0,407	0,763	1	1,87
Moyennes			1	1,89

» Pour obtenir le même travail industriel on consomme ainsi de 1,5 à 2,3 plus d'alcool dénaturé que d'essence minérale. Les prix de revient de la dépense de combustible (aux cours actuels) s'établissent ainsi :

	Essence minérale.	Alcool dénaturé.	Pétrole lampant de 823 (chiffres du premier prix du Concours international de Meaux en 1894).
Consommation par heure et par cheval, en poids (kilog.)	0,400	0,756	0,438
Consommation par heure et par cheval, en volume (litre)	0,565	0,906	0,532
Rapport des consommations (en volumes)	105,28	169,2	100
Prix du litre (hors Paris)	$0^{fr},50$	1^{fr}	$0^{fr},30$
Prix du cheval-heure	$0^{fr},28$	$0^{fr},90$	$0^{fr},16$

» Dans ces conditions, les rapports de combustible, pour obtenir la même puissance, sont :

	fr
Moteur à pétrole lampant	1,00
Moteur à essence minérale	1,75
Moteur à alcool dénaturé	5,625

» Avec les résultats ci-dessus l'alcool dénaturé devrait donc être vendu à raison de $17^{fr},70$ l'hectolitre pour être équivalent, au point de vue économique, au pétrole lampant valant 30^{fr} l'hectolitre.

» Il est désormais acquis qu'il ne faut pas songer à l'utilisation écono-

mique de l'alcool pour les moteurs, surtout si l'on tient compte des dangers d'incendie qu'entraîne la manipulation d'un liquide aussi inflammable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la forme des lignes de force électrique dans le voisinage d'un résonateur de Hertz.* Note de M. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

« Je me suis proposé de déterminer expérimentalement la forme des lignes de force électrique dans un champ hertzien. Pour cela, j'ai employé un appareil analogue au *récepteur* utilisé par M. J.-C. Bose [1] pour déceler la présence d'ondes électriques, appareil basé sur le phénomène découvert par M. Branly. Dans le fond d'une rainure étroite de 3^{cm} de long, formée de bandes de verre, j'ai placé alternativement des ressorts à boudin en laiton oxydé et de petites olives également en laiton touchant la partie convexe des ressorts. Une vis permet de serrer le tout entre deux morceaux de cuivre. Les contacts entre les olives et les ressorts sont plus réguliers qu'entre les ressorts de l'appareil de Bose. Le récepteur, qui n'est pas conducteur, le devient lorsqu'on le place dans un champ hertzien ; quelques secousses le ramènent à son état primitif.

» Pour étudier sa conductibilité, on l'intercale dans un circuit comprenant un électromètre capillaire et une force électromotrice de $\frac{1}{10}$ de volt. Pour éviter les actions inductrices sur les fils menant à l'électromètre, il faut détacher ces fils et les éloigner, de façon à faire agir les ondes sur le récepteur seul.

» Ayant placé le récepteur entre deux plaques métalliques parallèles et en regard, attachées aux extrémités de deux fils transmettant des ondes, j'ai constaté qu'il ne devient pas conducteur toutes les fois que la file de ressorts est parallèle aux plans des plaques. Il en résulte qu'il n'y a pas d'action sensible sur le récepteur quand celui-ci est normal à la force électrique. De là un moyen de trouver la direction de cette force en un point d'un champ hertzien : je cherche deux directions suivant lesquelles le récepteur ne devient pas conducteur ; la normale au plan ainsi déterminé est la direction de la force électrique.

» Par cette méthode j'ai d'abord vérifié que la force électrique est normale à un fil de cuivre transmettant des ondes.

---

[1] J.-C. Bose, *Phil. Mag.*, t. XLIII, p. 55 ; janvier 1897.

» J'ai ensuite exploré le champ dans le plan d'un résonateur. Un résonateur carré de 50^{cm} de côté était placé entre deux fils transmettant des ondes et dans le plan de ces fils. La coupure était au milieu de la branche transversale située du côté de l'excitateur. En tout point du plan du résonateur, la force électrique est, par raison de symétrie, dans ce plan; il suffit donc de chercher, dans ce plan, la direction suivant laquelle le récepteur ne devient pas conducteur; la direction normale sera celle de la force électrique. D'après la théorie de Poynting, le récepteur lui-même sera précisément orienté suivant la direction de propagation de l'énergie.

» J'ai trouvé ainsi que :

» 1° Loin du résonateur, les lignes d'énergie sont parallèles aux fils de transmission.

» 2° Au voisinage du résonateur, des lignes d'énergie se recourbent de façon à converger vers la coupure. Les trajectoires orthogonales, qui sont les lignes de force électrique, forment des arcs dont les extrémités sont sur le résonateur de part et d'autre de la coupure. Les lignes d'énergie qui sont proches des fils de transmission continuent à suivre ces fils et vont pénétrer dans l'espace compris entre eux et les côtés parallèles du résonateur.

» 3° A l'intérieur du carré formé par le résonateur des lignes d'énergie divergent à partir de la coupure, mais la force électrique est moins intense qu'à l'extérieur, car il est nécessaire, pour explorer l'intérieur du résonateur, d'augmenter la sensibilité du récepteur.

» Une partie des lignes d'énergie qui convergeaient à la coupure y a donc été arrêtée.

» On pouvait d'ailleurs prévoir que la convergence des lignes d'énergie à la coupure devait être une condition nécessaire pour qu'un résonateur fonctionne. A l'étincelle a lieu, en effet, une transformation de l'énergie électromagnétique en chaleur, lumière, etc. : l'étincelle ne peut donc se produire que là où il y a un afflux d'énergie.

» En voici un exemple : un résonateur, formé simplement d'une tige métallique coupée en son milieu, ne donne aucune étincelle s'il est placé parallèlement à l'un des fils de transmission et en donne, au contraire, dès qu'on l'incline dans le plan de ces fils. Dans le premier cas, les lignes d'énergie ne sont pas déviées de leur chemin primitif par le résonateur. Dans le second cas, au contraire, la disposition des lignes de force est analogue à celle que j'ai décrite plus haut et l'énergie converge à la coupure.

» Voici un second exemple : j'ai remplacé les fils de transmission par deux larges rubans métalliques dont les plans sont parallèles et verticaux. Un résonateur est constitué de la façon suivante : une plaque de cuivre est coupée en trois bandes

parallèles. La bande du milieu, constituant le résonateur proprement dit, est coupée au milieu de sa longueur. Une petite pointe, ménagée sur l'un des bords de cette coupure, sert, avec le bord en regard, de micromètre à étincelles. Les deux autres bandes jouent un rôle analogue à celui de l'anneau de garde d'un condensateur. Pour assurer la protection, les plaques de garde recouvrent un peu les bords du résonateur sans les toucher. Je place le résonateur entre les rubans transmettant les ondes, son plan étant vertical et perpendiculaire aux rubans. J'ai constaté que le résonateur ne donne que de très faibles étincelles, lorsque les plaques de garde sont en place; au contraire, lorsqu'elles sont enlevées les étincelles deviennent très vives.

» L'explication est la suivante : le résonateur et les rubans sont trois plans verticaux; il en résulte que, dans la partie moyenne et grâce aux plaques de garde, les lignes de force électrique et les lignes d'énergie sont planes et horizontales, c'est-à-dire qu'une portion de l'énergie reste, durant tout son trajet, dans le même plan horizontal. L'énergie qui se propage dans une tranche très mince, à la hauteur du micromètre à étincelles, peut seule y arriver, ce qui explique la petitesse de l'étincelle.

» Lorsque les plaques de garde sont enlevées, l'énergie converge de tous côtés vers l'étincelle qui sera beaucoup plus forte. »

PHYSIQUE. — *Densités de quelques gaz faciles à liquéfier.* Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann [1].

« La loi des volumes moléculaires, qui a fait l'objet d'une précédente Note [2], est fondée sur la connaissance des densités des gaz. Le nombre de ceux que l'on peut obtenir à l'état de pureté, ou même sensiblement purs, est, il est vrai, très restreint; mais les indications qu'ils fournissent sont très suffisantes, grâce aux contrôles dont il a été question dans cette même Note et sur lesquels nous reviendrons.

» 1. *Anhydride carbonique.* — Regnault a trouvé, pour la densité de ce gaz dans les conditions normales, 1,5291, qu'il faut réduire à 1,5290 pour tenir compte de la contraction du ballon vide.

» J'ai repris cette détermination. Le gaz, obtenu par la réaction du marbre blanc et de l'acide chlorhydrique, traverse une colonne contenant un mélange de marbre concassé et de bicarbonate de soude pulvérisé, puis une colonne à ponce sulfurique et un barboteur à acide sulfurique. Trois expériences bien concordantes m'ont donné, pour la densité, 1,5287 seulement.

» La densité s'est trouvée toutefois d'autant plus forte que la pression était plus

---

(1) Laboratoire de Physique (Enseignement) à la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus* du 8 février 1897.

grande (¹) et les nombres bruts ont subi de ce chef une correction de $\frac{1}{10000}$ par centimètre de mercure.

» 2. *Oxyde azoteux.* — Le protoxyde d'azote liquéfié du commerce peut servir de point de départ pour la préparation des tubes de Natterer. M. Villard a bien voulu préparer pour moi trois de ces tubes, et m'aider à faire passer une partie de leur contenu, par une dernière distillation fractionnée, dans mon ballon à densités. Ainsi qu'il l'a montré, le gaz ainsi obtenu doit être considéré comme très sensiblement pur.

» Les densités obtenues, toutes corrections faites, ont été : 1,5304, 1,5298, 1,5301. J'admettrai la moyenne 1,5301, qui me paraît toutefois devoir être approchée par défaut.

» J'ajouterai que des essais de distillation fractionnée, opérés dans le liquide du commerce, ne m'ont aucunement donné satisfaction. Le protoxyde, même solidifié par évaporation rapide dans le vide, retient plusieurs millièmes d'azote.

» 3. *Acide chlorhydrique.* — J'ai trouvé antérieurement 1,2692.

» 4. *Acide sulfhydrique.* — Ce gaz est préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur la stibine, purifié par le sulfure de sodium, et desséché par le chlorure de calcium et l'anhydride phosphorique. Traité par une solution concentrée de potasse, le gaz ainsi obtenu laisse toujours un résidu qui brûle avec une flamme à peine visible, sans dépôt de soufre, et sans production d'anhydride sulfureux. En admettant que ce résidu fût de l'hydrogène pur, on arriverait pour la densité à 1,190 environ, nombre encore bien inférieur à celui qu'on adopte généralement (1,1912). Je prendrai 1,1895, que je crois approché à $\pm$ 0,0004, c'est-à-dire à $\frac{1}{3000}$ près.

» 5. *Chlore.* — J'ai déterminé autrefois la densité du chlore extrait par distillation fractionnée du chlore liquéfié du commerce. La densité obtenue (2,4865) devait subir une majoration d'environ 0,005 pour tenir compte de ce que le chlore contenait à peu près $\frac{1}{300}$ de son volume d'air, d'après un dosage effectué sur du gaz extrait de la même bouteille.

» J'ai pu, avec le concours de M. Lamotte, préparateur au laboratoire, reprendre cette détermination sur du chlore préparé par la réaction du bichromate de potassium et de l'acide chlorhydrique. Une partie de celui-ci se dégage : on l'arrête au moyen de ponce imprégnée et recouverte de sulfate de cuivre. Le gaz est ensuite séché par la ponce sulfurique et recueilli provisoirement dans une cloche portant un tube à dégagement et placée sur une cuve à acide sulfurique. Il passe de là dans le ballon à densités, n'ayant eu le contact d'aucune substance susceptible d'en diminuer la pureté.

» Bien qu'un vide très avancé eût été fait primitivement dans l'appareil, et que nous eussions laissé perdre au début plus de 10^{lit} de chlore, l'absorption par une solution de potasse, récemment bouillie dans le vide, n'a pas été complète; le résidu (air) a été de $12^{\text{cc}},7$ sur $2^{\text{lit}},28$.

» Toutes corrections faites, la densité du chlore serait, d'après cette expérience, 2,4907.

» J'ai adopté le nombre 2,491, qui me semble approché à moins d'une unité près sur le dernier chiffre, c'est-à-dire à $\frac{1}{2500}$ près.

(¹) Il n'en est pas toujours ainsi dans les expériences de Regnault.

» 6. *Gaz ammoniac.* — Je me suis contenté de l'extraire par une double distillation fractionnée de la solution ammoniacale dite *pure* du commerce. La dessiccation a été opérée au moyen de potasse, fondue spécialement, dont l'efficacité avait été éprouvée sur de l'air.

» La densité obtenue 0,5971 me paraît approchée à 0,0002 près.

» 7. *Anhydride sulfureux.* — J'ai trouvé autrefois, pour la densité de ce gaz, 2,2639.

» *Remarque générale.* — La précision des nombres que je viens de donner est inférieure à celle des densités des gaz difficiles à liquéfier, que j'ai publiées antérieurement.

» D'une part, le nombre des expériences relatives à chaque gaz a été moindre. D'autre part, dans deux cas au moins, la pureté a laissé à désirer. Enfin, la condensation des gaz sur les parois du ballon a pu donner lieu à une erreur en plus dont on ne peut prévoir la grandeur.

» Toutefois on verra par la suite que les diverses erreurs commises ne sont pas de nature à altérer les conclusions de ce Travail. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les impuretés des cuivres bruts.* Note de M. SCHLAGDENHAUFFEN, présentée par M. Friedel.

« 1. En laissant séjourner de la limaille de cuivre (cuivre du Chili et cuivre anglais de première fusion) dans de l'eau, pendant plusieurs jours, traitant ensuite cette eau filtrée et légèrement acidifiée par un courant d'hydrogène sulfuré, j'ai été surpris d'obtenir un précipité jaune. L'opération faite au bain-marie m'a fourni un précipité jaune orange beaucoup plus abondant que le premier.

» Si, après épuisement complet à l'eau, on traite les mêmes échantillons soit par de la potasse ou de l'acide chlorhydrique faible, on obtient, dans les deux cas, après filtration, acidification de la liqueur alcaline et traitement par l'hydrogène sulfuré, un précipité plus considérable de sulfure d'arsenic et de sulfure d'antimoine. Cette expérience bien simple prouve donc que les cuivres commerciaux renferment l'arsenic et l'antimoine sous forme d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine.

» 2. Ce fait acquis, j'ai chauffé modérément dans un tube à analyse organique, en y faisant passer un courant d'acide carbonique, une autre partie de limaille et constaté, à la partie supérieure du tube, une sublimation d'aiguilles, d'octaèdres et de prismes orthorhombiques très brillants. Ces cristaux se dissolvent entièrement dans un mélange d'acide nitrique et

d'acide chlorhydrique et leur solution aqueuse, convenablement traitée par la mixture magnésienne, fournit un précipité abondant d'arséniate ammoniaco-magnésien. La liqueur filtrée, débarrassée de l'excès d'ammoniaque et légèrement acidifiée, donne alors un précipité orange par l'hydrogène sulfuré.

» Cette expérience vient donc corroborer la première. Toutefois je ne m'avancerai pas au point de dire que ce n'est que sous la forme d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine que ces impuretés sont contenues dans les cuivres bruts, puisque des expériences nombreuses prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

» 3. Avec des échantillons d'autres provenances j'ai obtenu des réactions non moins intéressantes que les premières. C'est ainsi que le traitement par l'acide azotique du produit sublimé dans un de mes tubes m'a fourni, à l'analyse, tous les caractères de l'acide sélénieux (précipité rouge par l'acide sulfureux et production d'un anneau rouge par la sublimation du résidu sec en présence du chlorure ammonique; les deux dépôts étaient solubles dans le sulfure de carbone).

» C'est pour la première fois que, à ma connaissance du moins, cette impureté est signalée dans les cuivres bruts.

» J'ajouterai enfin qu'un dernier échantillon, chauffé dans le tube à analyse, a fourni un sublimé sous forme de cristaux cubiques parfaitement nets. Il a été facile de démontrer dans la solution aqueuse, après dissolution dans l'acide azotique, la présence simultanée d'acide sulfurique et de plomb. Ces cristaux ne sont donc autres que du sulfure de plomb.

» Ces faits n'étant signalés dans aucun Traité d'analyse ou de métallurgie, je me propose de poursuivre ces réactions en faisant usage d'échantillons plus nombreux et d'origines variées. »

CHIMIE. — *Sur la conductibilité électrolytique de l'acide trichloracétique.* Note de M. **Paul Rivals.**

« J'ai mesuré, par la méthode de M. Bouty, les conductibilités moléculaires des solutions de l'acide trichloracétique pour des dilutions comprises entre $v = 1^{\text{lit}}$ et $v = 128^{\text{lit}}$.

» Mes mesures, effectuées à 16°, ont été rapportées d'abord à la résistance de la solution $KCl = 32^{\text{lit}}$, puis au mercure à 0°.

» En adoptant, pour la conductibilité moléculaire à 16° de la solution

KCl = 32[lit], la valeur

$$\lambda = 107,2 \times 10^{-7},$$

on a les valeurs suivantes pour la conductibilité moléculaire μ de l'acide trichloracétique :

Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.	Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.	Valeurs de v.	Valeurs de $\mu.10^7$.
lit		lit		lit	
1.....	178,3	4.....	260,6	16.....	289,5
2.....	226,4	6.....	268,5	32.....	304,3
3.....	247,5	8.....	279	128.....	317

» On peut représenter μ en fonction de v soit par une formule parabolique en $\frac{1}{\sqrt[3]{v}}$ (formule de Kohlrausch), ou plus simplement par une fonction linéaire de $\frac{1}{\sqrt{v}}$.

$$\mu = 331,7 \times 10^{-7}\left(1 - \frac{0,463}{\sqrt{v}}\right).$$

» Si nous admettons pour la conductibilité limite μ_∞ la valeur

$$\mu_\infty = 331,7 \times 10^{-7},$$

et si nous posons

$$m = \frac{\mu}{\mu_\infty},$$

m représente, dans le langage actuel, la proportion d'acide dissocié; m est dès lors lié à v par la relation

$$(1) \qquad m = 1 - \frac{0,463}{\sqrt{v}}.$$

» D'autre part, j'ai précédemment mesuré [1] la chaleur de dissolution de l'acide trichloracétique à diverses concentrations. Celle-ci peut se représenter soit par une formule parabolique en $\frac{1}{\sqrt[3]{v}}$, soit plus simplement par la formule empirique

$$(2) \qquad Q = 3^{\text{Cal}},38\left[1 - \frac{4}{7\sqrt{v}}\right],$$

du moins pour les valeurs de v comprises entre 1[lit] et 8[lit].

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 240.

» Les équations (1) et (2) montrent que, dans ces limites, m et Q sont l'un et l'autre des fonctions linéaires de $\frac{1}{\sqrt{v}}$; en d'autres termes : *La chaleur de dilution de l'acide trichloracétique varie proportionnellement à la fraction d'acide dissocié.*

» Le rapport $\frac{\Delta Q}{\Delta m}$ de la variation de Q à la variation correspondante d'acide dissocié est égal, d'après les équations (1) et (2), à 4,17. Ainsi, la *chaleur moléculaire de dissociation électrolytique* de l'acide trichloracétique est égale à $+ 4^{\text{Cal}},17$.

» Comme vérification, calculons la *chaleur de neutralisation* N de cet acide par la potasse. D'après la formule d'Ostwald

$$N = 13^{\text{Cal}},52 + (1 - m)d,$$

$13^{\text{Cal}},52$ étant une constante commune aux acides forts et aux bases fortes, tandis que le second terme dépend de la proportion m d'acide dissocié et de la chaleur de dissociation d.

» En particulier, pour $v = 2^{\text{lit}}$, $m = 0,682$ (valeur observée), d'où je tire $N = 14^{\text{Cal}},84$; pour $v = 4^{\text{lit}}$, $m = 0,785$, d'où $N = 14^{\text{Cal}},41$.

» En fait, j'ai trouvé directement

$C^2Cl^3O^2H[2^{\text{lit}}] + K.OH[2^{\text{lit}}]$ dégage...............	$+14^{\text{Cal}},75$
$C^2Cl^3O^2H[5^{\text{lit}}] + K.OH[2^{\text{lit}}]$ dégage...............	$+14^{\text{Cal}},25$

» Cet accord des résultats fournis par deux méthodes thermochimiques et une méthode électrique m'a paru intéressant à signaler. Il est indépendant de toute idée théorique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le poids moléculaire moyen de la matière soluble, dans les graines en germination.* Note de M. L. **Maquenne**, présentée par M. Dehérain.

« Dans une Note précédente, relative aux pressions osmotiques qui se développent à l'intérieur des graines pendant la germination [1], j'ai fait remarquer que le point de congélation des sucs végétaux devait être en rapport avec le poids moléculaire moyen des substances solubles renfer-

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 898.

mées dans ces sucs, et que ses variations pouvaient, en conséquence, nous fournir un renseignement sur les métamorphoses que subissent les principes immédiats, au cours du développement normal d'une plante quelconque.

» Cette méthode présente le précieux avantage de ne pas nécessiter la connaissance préalable de la composition exacte des liquides examinés; on sait d'ailleurs qu'il est, en général, impossible, à cause de sa complexité, de l'établir avec certitude. Cette méthode est, en outre, applicable à toutes les phases de la végétation et à tous les organes des plantes vivantes; dans le présent travail j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des résultats que j'ai ainsi obtenus dans l'étude de quelques graines en germination.

» Les graines en expérience étaient mises à germer sur l'eau distillée, dans des cuvettes en porcelaine, puis, au bout d'un certain temps, broyées et pressées; le suc ainsi obtenu était soumis à la congélation, ensuite filtré et enfin évaporé à sec; on connaissait ainsi la quantité de matières solubles qu'il renfermait, en même temps que le nombre moyen des molécules présentes. De ces deux données on déduisait, par le calcul, le poids moléculaire que devrait avoir une substance supposée unique pour donner, sous le même poids, la même température de congélation. C'est le nombre ainsi calculé que je désigne sous le nom de *poids moléculaire moyen*.

» Dans un grand nombre de cas, le suc obtenu directement par pression est trop visqueux pour pouvoir être filtré; on l'étend alors au préalable d'eau pure et c'est sur la dissolution ainsi affaiblie que portent les déterminations numériques; il est clair que le résultat final n'en saurait être affecté d'une manière sensible, puisque l'abaissement du point de congélation et la concentration du liquide se trouvent ainsi réduits dans le même rapport.

» Le Tableau suivant donne l'ensemble des principaux résultats obtenus avec différentes graines, depuis le début de la germination jusqu'au moment où les réserves sont à peu près épuisées :

	Durée de la germination.	Température de congélation.	Matière sèche pour 100 de jus.	Matière sèche pour 100 d'eau.	Poids moléculaire moyen.
Seigle	8 jours	−0°,115	2,70	2,77	445
	12 »	−0,225	2,41	2,47	203
	30 »	−0,31	2,72	2,80	167
Pois	8 »	−0,71	10,53	11,77	306
	15 »	−0,425	4,37	4,57	199
	40 »	−0,55	3,23	3,34	112
Lupin blanc	15 »	−0,46	5,61	5,94	239
	22 »	−0,425	4,94	5,20	226
	40 »	−0,42	3,02	3,11	137

» Les abaissements du point de congélation sont ici beaucoup plus faibles que ceux qui ont été donnés dans nos précédentes Communications; ce fait tient à ce que les liquides obtenus par pression ont été systématiquement étendus d'eau et nous n'avons à leur égard aucune observation nouvelle à faire, mais les poids moléculaires correspondants sont extrêmement variables, même pour des concentrations très voisines; pour chaque espèce, ils décroissent à mesure que la germination s'avance, et cela dans une proportion telle que leurs variations ne sauraient être imputées aux causes d'erreur inhérentes à la méthode employée.

» Il résulte de là que la transformation des matières de réserve contenues dans la graine ne consiste pas simplement, comme on est porté à le croire si l'on se borne à examiner qualitativement les produits solubles qui apparaissent dans la graine germée, en une métamorphose de la matière amylacée en sucre et la matière albuminoïde en composés amidés simples, tels que l'asparagine. La solubilisation de ces substances nous apparaît, au contraire, progressive, donnant lieu tout d'abord à des produits complexes de poids moléculaire encore très élevé, puis, par une rétrogradation absolument conforme au processus chimique que l'on pouvait prévoir, à d'autres composés plus simples dont le glucose et l'asparagine représentent vraisemblablement les termes ultimes; en un mot, l'apparition de ces corps est précédée de celle d'une foule d'autres, indéterminés jusqu'ici, d'où ils procèdent comme ces derniers procèdent du gluten et de l'amidon.

» L'analyse confirme d'ailleurs absolument l'exactitude de cette conclusion, car il est impossible de déceler la moindre trace de glucose dans les graines de pois et de lupin, après huit jours de germination, alors que, cependant, elles renferment déjà une notable proportion de matières solubles.

» Cette dégénérescence des matières de réserve est exactement l'inverse de ce qui se passe pendant la maturation, et, à ce propos, il ne sera peut-être pas sans intérêt de rapporter quelques résultats obtenus par la même méthode sur le blé vert, peu de temps après sa floraison : les feuilles de différents âges ayant été examinées à part, on a trouvé, pour les constantes moyennes de la matière dissoute dans leur suc cellulaire, les nombres qui suivent :

	Eau pour 100 de feuilles.	Matière sèche pour 100 de jus.	Température de congélation.	Pressions osmotiques.	Poids moléculaires moyens.
			o	at	
Haut.....	69,29	14,37	— 1,44	14,9	215
Milieu....	72,92	12,90	— 1,41	14,8	194
Bas......	74,76	11,24	— 1,33	14,2	176

» Ils nous montrent que, en vertu de la condition d'équilibre que j'ai fait connaître antérieurement, la pression osmotique est sensiblement la même dans toutes les parties de la plante, et, de plus, que le poids moléculaire moyen de la matière soluble s'accroît à mesure que cette matière émigre vers le sommet, c'est-à-dire à mesure qu'elle se rapproche de la forme qu'elle devra définitivement conserver dans la graine.

» J'espère d'ailleurs, si l'Académie le permet, pouvoir revenir ultérieurement sur cette question avec de plus amples détails. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations générales sur les avoines.* Note de M. **Balland.**

« 1. Il n'y a pas de rapport entre le poids moyen des grains, le poids des grains à l'hectolitre et la couleur des avoines. Il n'y a également aucune relation entre ces divers facteurs et les matières salines, les matières grasses ou la cellulose; pour l'azote, les avoines blanches, du moins dans certains pays (Russie), paraissent plus favorisées.

» 2. En rapprochant le poids des cendres des poids de la cellulose, de la graisse et de l'azote, on ne trouve pas de liens étroits entre ces éléments et le maximum des matières salines. Il en est ainsi pour le maximum et le minimum des matières grasses ou azotées. Quant à la cellulose des avoines de même espèce, le maximum coïncide toujours avec une diminution de l'azote.

» 3. Il n'existe pas de rapports généraux entre le poids de l'amande ou de la balle et le poids moyen des grains ou le poids des grains à l'hectolitre. Au point de vue de la nuance, les avoines blanches donnent souvent moins d'amande que les noires, mais on observe le contraire en Russie.

» Le rapport de l'amande à la balle est très variable, suivant les provenances. Dans les régions chaudes, la balle est toujours en plus forte proportion : sa composition reste à peu près la même que dans les pays tempérés; mais, par contre, l'amande est beaucoup plus azotée. Il résulte de là que des avoines d'Algérie, ne donnant que 68 à 69 pour 100 d'amande, contiennent, à poids égal, autant et même plus d'azote que les meilleures avoines de Beauce ou de Brie, qui laissent à la décortication jusqu'à 77 pour 100 d'amande. La balle adhérente au grain étant très résistante à la mastication et formée de matières peu alimentaires, on comprend l'intérêt qu'il y a pour l'acheteur à connaître exactement le rapport de l'amande à la balle. Dans les avoines de même espèce, la valeur nutritive marche toujours avec le poids de l'amande :

c'est un élément, comme l'ont prouvé d'ailleurs les recherches de MM. Müntz et Girard (1), dont la portée ne saurait être contestée.

» 4. En traitant les avoines par l'alcool on obtient des extraits de composition très différente suivant la force de l'alcool employé.

» Avec l'alcool absolu, l'extrait n'est formé que de matières grasses analogues à celles que l'on retire avec l'éther à 65°; avec l'alcool à 95°, il y a présence de matière azotée et celle-ci va en augmentant avec des alcools de plus en plus faibles. Il n'y a pas d'alcaloïde spécial auquel on puisse rattacher la propriété excitante des avoines sur le cheval. Les effets constatés par M. André Sanson (2) seraient vraisemblablement dus à une huile essentielle qui accompagnerait, en très faible quantité, les matières grasses des avoines. Celles-ci exercent incontestablement une très grande influence : les proportions élevées de ces matières, jointes aux éléments azotés et phosphatés contenus dans l'avoine, prouvent que cette céréale constitue pour l'homme et les animaux un aliment beaucoup plus complet que le froment, l'orge ou le seigle.

» 5. Les avoines entières, protégées par la balle, peuvent se conserver pendant plusieurs années sans éprouver de modifications appréciables dans leur constitution chimique. Dès qu'elles ont été broyées, les altérations surviennent : l'acidité, qui est normalement plus élevée que dans les autres céréales, augmente rapidement et les matières grasses se transforment.

» 6. La composition des avoines est très variable et ne peut être représentée par une moyenne générale. Elle diffère selon les latitudes et les climats. Elle offre plus de fixité lorsqu'on n'embrasse que les produits d'une région limitée, comme la Beauce ou la Picardie; mais, dans ce cas encore, on observe des changements d'une année à l'autre, suivant les influences météorologiques dominantes (chaleur, pluie, sécheresse, etc.).

» Les chiffres suivants, fournis par l'examen d'un millier d'avoines récoltées ou importées en France, c'est-à-dire par les principales avoines du marché français de 1893 à 1897, montrent dans quelle proportion peuvent varier les différents éléments constitutifs des avoines :

---

(1) A. Muntz et A.-Ch. Girard, *Recherches sur la valeur alimentaire de l'avoine* (*Annales de l'Institut agronomique*, 7e année, 1882-1883).

(2) Sanson, *Sur la propriété excitante de l'avoine* (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 75, et *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie de l'homme et des animaux*, t. XIX, p. 113; 1883).

	Minimum pour 100gr.	Maximum pour 100gr.
	gr	gr
Eau	9,80	17,00
Matières azotées	7,10	14,13
» grasses	2,89	6,82
» sucrées et amylacées	56,95	64,32
Cellulose	7,02	12,24
Cendres	1,88	6,90
Poids de l'amande	61,00	79,50
Poids de la balle	20,50	39,00
Poids moyen de 100 grains	1,80	4,32

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouveaux pigments biliaires.* Note de MM. A. Dastre et N. Floresco, présentée par M. Arm. Gautier.

« On admet que les colorations diverses de la bile (jaune, verte) sont dues aux deux pigments principaux : bilirubine, biliverdine, dont le second dérive du premier par simple oxydation. On connaît d'autres dérivés *artificiels* (obtenus par la réaction de Gmelin) ou *anormaux* (calculs biliaires, etc.), mais ceux-ci n'existeraient point dans la bile naturelle.

» Cette opinion n'est pas exacte. Nous avons démontré l'existence dans la bile de deux pigments, l'un jaune, l'autre vert, que nous avons appelés *pigments biliprasiniques,* en ressuscitant un nom créé par Staedeler pour un produit mal déterminé qu'il avait cru trouver dans certains calculs biliaires et dont l'existence avait été rejetée depuis. Ces pigments ne seraient ni exceptionnels, ni rares; c'est à eux, en effet, que les biles de beaucoup d'animaux doivent surtout leurs couleurs et leurs virages. Nous les désignerons encore par le nom de *pigments intermédiaires,* par opposition à la bilirubine (pigment *originel*) et à la biliverdine que nous appellerons *pigment définitif*.

» L'existence de ces pigments est mise en évidence par les plus simples expériences, à savoir les virages que déterminent : 1° l'action de l'acide carbonique; 2° l'action alternative des acides (acide acétique cristallisable) et des alcalis (soude 30 pour 100); 3° l'action du vide.

» Le pigment biliprasinique jaune, jaune brun (biliprasinate sodique) est celui qui donne à la bile du veau sa couleur jaune. Il existe dans les autres biles jaunes. Il se distingue du pigment bilirubinique par les caractères suivants : 1° le courant d'acide carbonique le colore en vert (biliprasine); 2° de même l'acide acétique cristallisable et en général tous les

acides, surtout en présence de l'alcool; 3° il n'est pas stable dans le vide, il s'y décolore sous l'action de la lumière. Il résulte de là entre autres conséquences et contrairement à ce qui a été soutenu que la bile jaune peut devenir bile verte sans oxydation nouvelle.

» Le second pigment biliprasinique est vert (biliprasine). Il constitue le pigment ordinaire de la bile fraîche du bœuf, du lapin. Il existe dans les autres biles. Il se distingue de la biliverdine par les caractères suivants : 1° l'addition de quelques gouttes d'alcali le fait passer au jaune (biliprasinate); 2° le vide fait passer au jaune (bilirubine). Le pigment jaune est la solution alcaline (sel alcalin) du pigment vert (acide). L'acide biliprasinique est déplacé par CO^2, tandis que pour la bilirubine et la biliverdine, c'est, au contraire, le pigment qui déplace l'acide carbonique des carbonates.

» Les pigments biliprasiniques sont intermédiaires aux deux autres au point de vue de l'oxydation et de l'hydratation. Quand on réalise l'oxydation ménagée de la bilirubine au moyen de la solution alcoolique d'iode, on trouve le stade biliprasine avant le stade biliverdine. Il en est de même dans l'oxydation spontanée à l'air, sous l'influence de la lumière ou de la chaleur. Le vide qui dissocie lentement la biliprasine est sans effet sur le stade plus avancé, biliverdine. Tous ces pigments dérivent d'ailleurs de la bilirubine, pigment fondamental originel. Nous avons étudié les transformations spontanées de ce pigment et leurs conditions. Ces transformations dépendent de quatre facteurs. Le facteur indispensable (sauf pour la transformation des pigments biliprasiniques l'un dans l'autre), c'est l'oxygène. Les autres sont adjuvants, à savoir : *la réaction du milieu, la chaleur, la lumière*.

» 1. Toutes choses égales d'ailleurs, l'alcalinité marquée est défavorable à la formation des pigments biliprasiniques; elle contribue donc à la stabilité des bilirubinates. La neutralité ou l'acidité favorisent l'apparition précoce du pigment vert, biliprasine.

» 2. La chaleur ménagée favorise extrêmement la transformation du bilirubinate en biliprasinate; elle favorise encore, mais à un degré beaucoup moindre, le passage de ce dernier au stade définitif (biliverdine, biliverdinate).

» La chaleur excessive (100° prolongé) altère les bilirubinates : elle les rend partiellement insolubles; ultérieurement elle les décolore.

» 3. La lumière (dans toutes les parties du spectre) a une influence très marquée : elle fait passer rapidement le pigment originel à l'état de

pigment biliprasinique et également celui-ci à l'état de pigment définitif.

» On peut donner une forme très nette et saisissante à ces expériences sur la réaction du milieu, la chaleur et la lumière, en opposant des tubes témoins, qui restent inaltérés, à des tubes qui, soumis à ces influences, virent de couleur.

» Il est possible que la transformation, oxydation, hydratation du pigment originel (bilirubine) commence dans la cellule hépatique et les canalicules biliaires. Dans tous les cas, elle se poursuit dans la vésicule. Or, les conditions artificielles de cette transformation (oxygène, lumière, chaleur) n'y sont pas réalisées. De là l'hypothèse d'une condition particulière ou d'un agent particulier d'oxydation dans *l'organisme*, intervenant dans le foie et passant, en partie, dans la bile. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons* X *sur la chaleur rayonnée par la peau.* Note de M. **L. Lecercle**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« J'ai recherché si les rayons X faisaient subir des modifications à la température d'un thermomètre qui recevait la chaleur rayonnée par la peau.

» Le thermomètre était fixé dans la tubulure centrale d'une cloche en verre dont la base, d'une surface de 39^{cq}, reposait sur la peau. Deux autres tubulures permettaient de faire passer dans la cloche un courant d'air continu. Le réservoir thermométrique était à 4^{cm} de la peau. L'expérience était prolongée jusqu'à ce que la température restât stationnaire au moins trois minutes.

» Je faisais trois déterminations : la première avant, la seconde immédiatement après l'exposition aux rayons X, la troisième au moins une heure après.

» Les expériences ont été faites sur des lapins adultes, la cloche étant maintenue sur le train postérieur débarrassé de poils. Je les ai aussi répétées sur ma main et sur celle d'un jeune homme de dix-neuf ans.

» Ces expériences m'ont montré qu'il y a toujours, sous l'action des rayons X, une augmentation dans le rayonnement de la chaleur, augmentation qui se poursuit longtemps après que la peau a été soustraite à leur influence. Souvent aussi j'ai observé une diminution passagère de la chaleur rayonnée, immédiatement après que leur action s'était fait sentir. Ces modifications sont du reste de même sens que celles qui se produisent dans la température de la peau soumise aux rayons X (¹). »

(¹) En remplaçant la surface cutanée par un fil de platine traversé par un courant

M. T. Tiffereau adresse une Note relative à un mode de production du carbone.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 octobre 1897.

Traité de Paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Académie de Médecine, Correspondant de l'Institut de France, etc. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. gr. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome septième: *Correspondance,* 1670-1675. La Haye, Martinus Nijhoff; Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897; 1 vol. in-4°.

L'art de greffer, par Charles Baltet. Paris, Masson et Cie, 1898; 1 vol. in-18.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles. Première année. 10 octobre 1897. Paris; 1 fasc. in-8°.

L'air atmosphérique exerce-t-il une influence sur la hauteur d'un mince jet d'eau, par G. Van der Mensbrugghe, Membre de l'Académie royale de Belgique. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 broch. in-8. (Hommage de l'auteur.)

Annals of the astronomical observatory of Harvard college. Vol. XXVI. Part. II: *Miscellaneous investigations of the Henry Draper Memorial,* by Edward C. Pickering, Director, aided by M. Fleming, Assistant. Cambridge, 1897; 1 vol. in-4°.

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. Vol. XXVI, 1897. Dispensa 8ª. Roma, G. Bertero, 1897; fasc. in-4°.

---

d'intensité et de force électromotrice connues, rayonnant à la même distance, dans le même courant d'air, on peut, par une simple proportion, obtenir l'augmentation d'énergie rayonnante par seconde. Ces variations sont loin d'être négligeables : pour les trois lapins soumis à l'expérience, j'ai trouvé 9, 6 et 27 grammes-mètres.

Boletin del Instituto geologico de Mexico. Nums. 7,879. Il mineral de Pachuca. Mexico, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 août 1897.)

Note de M. *J. Cantacuzène,* Organes phagocytaires observés chez quelques Annélides marines :

Page 328, ligne 16, *au lieu de* au-dessous, *lisez* au-dessus.

(Séance du 11 octobre 1897.)

Note de MM. *Félix Mesnil* et *Maurice Caullery,* Sur la position systématique du genre *Ctenodrilus* Clap. :

Page 543, lignes 6 et 7, *au lieu de* organes buccaux, *lisez* organes nucaux.
Page 544, lignes 25 et 26, *au lieu de* Ct. nodrilus, *lisez* Ctenodrilus.